

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИННО-УГРОВЕДЕНИЯ

УДК 81'322:82.09-1=511.111(045)

Mika Hämäläinen

PhD, researcher

Finland, Helsinki, University of Helsinki

Jack Rueter

PhD, researcher

Finland, Helsinki, University of Helsinki

RUNONLAUSUNNAN PROSODIA JA SEN MALLINTAMINEN KONEELLISESTI PUHESYNTESILLÄ

В статье исследуется декламация стихов на основе качественного корпусного анализа с указанием просодических особенностей, а также их функционального значения. Анализ основан на четырех прочитанных стихотворениях. В конечном итоге, описывается работа вычислительного алгоритма, который производит просодические особенности в синтезе речи, чтобы соответствовать правильному чтению стихов. Исследование представляет собой обзор малоизученной междисциплинарной темы.

Ключевые слова: декламация стихов, вычислительное творчество, цифровой гуманизм, финский язык.

Johdanto

Runonlausunta on taidemuoto, jonka koneellista tuottamista ei ole aikaisemmin tutkittu. Runonlausunta on kuitenkin tärkeä osa runoutta ja sen koneellisesta tuottamisesta on erityisesti hyötyä Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksella kehitetyssä Runokone-järjestelmässä [Hämäläinen, 2018a]. Runokone avustaa koululaisia runojen kirjoittamisessa, joten kone, joka osaa lukea runoja ääneen on erityisen hyödyllinen kaikista nuorimmille koululaisille, jotka vasta opettelevat lukemaan, kuten myös koululaisille, joilla on kielellisiä tai lukemiseen liittyviä vaikeuksia.

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, millaisia prosodisia keinoja runonlausujat käyttävät sekä millaisissa yhteyksissä kutakin keinoa käytetään. Näiden tulosten pohjalta luodaan algoritminen lähestymistapa, joka tuottaa sille syötettyyn runoon prosodisten elementtien annotaation puhesynteesiä varten. Prosodia-annotoitu korpus on julkaistu Zenodossa¹.

Tämä artikkeli on jaettu kahteen osaan. Ensimmäinen osa painottuu kielitieteelliseen analyysiin runonlausunnasta. Toinen osa puolestaan keskittyy kieliteknologiseen ongelmaan runonlausunnan tuottamisesta. Syy sille, ettei algoritmin kohdalla käytetä koneoppimista on se, ettei runonlausunnasta ole saatavilla valmiiksi annotoituja korpuksia suomen kielellä. On myös perustellumpaa pohjata algoritmin toiminta siihen, miten runonlausujat todellisuudessa lausuvat runoja, kuin että koko analyysi sivutettaisiin ja runonlausuntakomponentti perustuisi vain tutkijan omaan intuitioon ja kielikorvaan [vrt. Hämäläinen, 2020].

Aikaisemmat tutkimukset runon prosodiasta ovat keskittyneet runon metriikkaan ja rytmiin kirjoitetun runon kannalta [kts. Hočevár, 2003] eivätkä niinkään prosodisiin elementteihin lausunnassa. Puhesynteesin puolella prosodiaa on tutkittu runonlausuntaa matalammalla

¹ <http://doi.org/10.5281/zenodo.4317747>

tasolla [kts. Kenter et al., 2019], sekä myös laulujen syntetisoinnin näkökulmasta. Laulujen syntetisointi on kuitenkin vaatinut sitä, että ihmiskäyttäjä muokkaa synteessin parametreja käsin [Kenmochi & Ohshita, 2007] tai että synteisiä tehdään tunnettujen laulujen pohjalta [Saino et al., 2006]. Toisaalta viime vuosina on tuotettu musiikkia [Cho et al., 2016] sekä lyriikatonta lauluääntä [Liu et al., 2020]. Runokone kuitenkin vaatii, että lausuntaa voidaan tuottaa täysin uusille runoille ilman käyttäjän erikseen tekemiä määrittäyksiä.

Runoja on tuotettu koneellisesti jo hyvin pitkään eri kielillä kuten suomeksi [Hämäläinen & Alnajjar, 2019], espanjaksi [Gervás, 2001] ja englanniksi [Colton et al., 2012]. Sen lisäksi on tuotettu myös laulunsanoja [Zhang, 2017], sekä ei-rytmistä tekstiä kuten iskulauseita [Alnajjar, 2019] ja vuoropuhelua [Colombo et al., 2019; Alnajjar & Hämäläinen, 2019]. Mikään näistä metodeista ei ole tuottanut ääntä, vaan ainoastaan tekstiä.

Runonlausuntataide

Runonlausunta on oma taidemuotonsa, joka ei ole yksinomaan sidottu kirjoitetun runon metriikkaan ja rytmiin, vaan runonlausunnan tehtävänä on tulkita runo lausutussa muodossa, joka ei kirjoituksen ilmaisuvoiman köyhyyden puitteissa ole runossa itsessään mahdollista. Mikäli runo luettaisiin suoraan, kuin mikä tahansa teksti, ilman tulkintaa, olisi silloin kyse runonluennasta, ei lausunnasta [Mehto, 2008: 153].

Mitä sitten ovat metriikka ja rytmi, jotka esiintyvät runossa jo ennen sen lausuntaa? Zirmunskij [kts. Hočevar, 2003] määrittelee metriikalle kolme pääkomponenttia. Ensimmäinen komponentti on kielen luonnolliset foneettiset piirteet, kuten sanapainon määräytyminen. Tämä tarkoittaa esimerkiksi suomen kielen osalta sitä, että sanan pääpaino on lähes aina sanan alussa. Toinen komponentti on itse runomitta, jonka hän määrittelee ideaaliksi säännöksi, joka säätelee vahvojen ja heikkojen puheäänteiden vaihtelua säkeen sisällä. Kolmas komponentti, rytmi, on puolestaan lopullinen realisaatio, joka on kahden edeltävän komponentin yhdistelmä; tietty runomitta vaatii, että sanapainot jakautuvat tietyllä tavalla, mutta toisaalta jokaisella kielellä on oma säännöstönsä painotukselle.

Kuitenkaan rytmiä eivät aina rajoita kielen omat painotussäännöt. Runoilija voi valita, kirjoittaako hän runon niin, että kielen oma painotus menee yksi yhteen runomitan kanssa, vai kirjoittaako hän runon niin, että kielen painotusta rikotaan, jotta runomitta täyttyisi [Halle & Keyser, 1966: 188]. Kaikille tutuin esimerkki kielen painotussääntöjen rikkomisesta mitan vuoksi löytynee suvivirren säkeestä, jossa lauletaan ”koristaa kukkanen”. Tässä sanan pääpaino siirtyy sen luonnollisesta positioista, eli ensimmäiseltä tavulta, toiselle tavulle.

Kun siirrytään kirjoitetusta kielestä lausunnan puolelle, emme voi välttää tulkintaa. Runon oma mitta antaa vain lähtökohdan lausunnalle, mutta lausujan tehtäväksi jää puhaltua runon prosodia henkiin tulkinnallaan. Lausunta voidaan jakaa kahteen koulukuntaan [Mehto, 2008]. Ensimmäisen koulukunnan edustajat painottavat tekstikeskeistä lähestymistapaa. Tämä tarkoittaa sitä, että tulkitsija on vain viestinviejä, jonka tehtävänä on tulkinnallaan tuoda esiin vain ne piirteet, jotka runoilija itse olisi halunnut tuotavan esiin. Lausuja siis ikään kuin puhuu runoilijan äänellä tulkitessaan runoa.

Toinen koulukunta edustaa esiintyjäkeskeistä lähestymistapaa. Tekstikeskeisyydestä poiketen, esiintyjäkeskeisyys painottaa runonlausujan oman itsensä kautta tapahtuvaa tulkintaa. Salosaari [1995: 74] näkee lausunnan sitä luovempänä, mitä kauempana se on kirjoitetun runon sille asettamista rajoitteista. Hänen ajattelussaan korostuu runonlausunnan rooli omana itsenäisenä taidemuotonaan, jonka ei tulekaan olla kahlittu runoilijan tarkoittaman tulkinnan orjalliseen noudattamiseen, vaan lausuja saa ottaa tulkinnassaan vapauksia.

Mehto [2008: 90] jakaa runonlausujan positiot kolmeen kategoriaan: toistajaan, kaivajaan ja kaappaajaan. Toistajan tehtävä on tekstikeskeinen. Hän vain lausuu runon sellaisena kuin se vaikuttaisi olevan. Kaivaja puolestaan pureutuu runoon pintaa syvemmillä, ja hän pyrkii

tuomaan esiin runossa piilossa olevia merkityksiä. Kaappaaja nimensä veroisesti kaappaa runon itselleen käyttäen sitä hyväkseen oman itseilmaisunsa välineenä. Tällainen runonlausunta on äärimmillen vietyä esiintyjäkeskeisyyttä.

Runonlausunta korpuksessa

Tässä osiossa keskityn analysoimaan neljää lausuttua runoa: Eeva-Karina Volasen lausumaa *Kaarisiltaa*, Ture Juntun lausumaa *Hymyilevää Apolloa*, Jyrjö Jyrinkosken lausumaa *Kaivoa* ja Helina Svensson-Timarin lausumaa *Kukkivaa maata*. Lausuntanauhoitteet on otettu YLE:n elävästä arkistosta². Pääpainona on selvittää erilaiset prosodiset keinot ja niiden käyttötapaukset lausunnassa.

Aikaisemmat tutkimukset kielen prosodiasta yleisellä tasolla osoittavat, että puheessa tärkeitä sanoja korostetaan tietyin prosodisin piirtein. Informaattiorakenteen hahmottamisen kannalta tärkeää on taukojen pituus sekä äänenkorkeus [Geluykens & Swerts, 1994]. Tarinoissa merkittävä käänne merkitään usein korkeammalla äänenkorkeudella ja äänenvoimakkuudella sekä pidemmällä tauolla [Chafe, 1994: 131]. Korkealla äänenkorkeudella [Brown, 1983] ja -voimakkuudella [Wells, 1986] osoitetaan myös lauseen fokus.

Tärkeää tietoa voidaan korostaa myös hidastamalla puhenopeutta [Quené, 2007]. Pitkillä tauoilla puolestaan ositetaan puheenaiheen vaihtumista [Geluykens & Swerts, 1994]. Tässä osiossa tehtävän analyysin pohjalta on mielenkiintoista nähdä, esiintyvätkö nämä muussa kielenkäytössä käytettävät prosodiset piirteet samoissa funktioissa myös runonlausunnassa.

Sanojen painotus

Sanojen painottaminen vaikuttaa olevan korpuksen kaikkien runojen lausunnoissa yleinen tehokeino. Painotusta tapahtuu useissa erilaisissa yhteyksissä, jotka käydään tutkimuksen tässä osiossa läpi.

Lausunnassa toistuvia sanoja painotetaan erityisesti. Tämä pitää entenkin paikkaansa silloin, kun sama sana toistuu peräkkäin kuten *Kukkivan maan* 10. säkeessä, «Elää, elää, elää!», sekä *Hymyilevän Apollon* 16. ja 24. säkeessä: ”Niin suuri, suuri on maa” ja ”Niin pieni, pieni on maa”.

Mikäli sama toistuva sana on runon tematiikan tai säkeistön kannalta niin merkittävä, että se halutaan tuoda erikseen esille, sitä voidaan painottaa, vaikkeivät sanan esiintymät seurasikaan välittömästi toisiaan. Tämä voidaan havaita saman säkeistön sisäisessä toistossa esim. *Kaivon* 21. ja 23. säkeessä, ”Lähtee mies, kun vettä pyytää veikko/.../lähtee, koska veljellä on jano”, saman runon 35., 37. ja 38. säkeessä, ”verta valunut on kaivoon, josta/.../verta pulppuavat suonet lähteen/verta valuvaiseen iltatahteen”, sekä *Hymyilevän Apollon* 35. ja 36. säkeessä: ”Kuka tietävi, mistä me tulemme?//ja missä on matkamme määrä?”

Toistuvien sanojen kohdalla on myös mahdollista, että sanoista painotetaan vain yhtä eikä suinkaan kaikkia. Tämä johtunee siitä, että mikäli useaa toisiaan lähellä olevaa saman sanan esiintymää painotetaan, eikä kyseessä ole runon teeman kannalta niin merkittävä sana, se vie lausunnan fokuksen epäolennaiseen. Esimerkkinä tästä ilmiöstä on *Kaarisillan* 5. ja 6. säe: ”Tee silta ylitse syvyyden,/tee, kaarisilta tee.”

On myös huomattava, että edellisten esimerkkien lisäksi painotus on mahdollista, vaikka toisto tapahtuisi säkeistöjen yli. Tällöin osa saman sanan esiintymistä voi olla painottomia. Esimerkiksi *Kaarisillan* 2., 4., 14. ja 16. säkeessä toistuva sana (kaari)silta on painotettu, mutta se esiintyy runossa myös ilman painoa: ”sinulta, lapseni tahdon, että kaarisillan teet./.../ ja kaarisillalle tulevat he ahdistuksissaan./pane kappale silta-arkkuun, niin saat sillan kantamaan/.../he antavat sen anteeksi, jos sillan rakennat”.

Painotuksessa toisto ei rajoitu ainoastaan kokonaisten sanojen tasolle, sillä myös allitteraatioiden, eli alkusointujen, kohdalla painotus on erittäin yleistä kaikkien korpuksen

² <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2008/09/18/toivokaa-toivokaa-toivokaa-runoja>

runojen kohdalla. Esimerkkejä tästä löytyy esimerkiksi *Kukkivan maan* 19. säkeestä, ”onhan kukittu kerta” ja *Kaarisillan* 9. ja 10. säkeestä: ”ja multa-anturoin – miten sillan kyllin kantavan/ja kirkkaan tehdä voin”. On tärkeää huomata edeltävässä esimerkissä, että allitteraatio ja sen johdosta myös painotus voivat jatkua säerajan sekä ei-allitteroivien sanojen yli.

Korpuksesta löytyy myös esimerkki samassa positiossa olevien loppusoinnullisten sanojen painottamisesta *Hymyilevän Apollon* 18.-20. säkeestä: ”On ketoja auran kääntää,/on lehtoja laulella neitojen/ja saloja sulhojen vääntää”. Loppusoinnuille on kuitenkin tyypillisempää, ettei niitä painoteta. Tästä löytyy esimerkki edeltävästä esimerkistä, jossa loppusoinnulliset sanat kääntää ja vääntää esiintyvät ilman painoa.

Samassa positiossa säkeiden alussa olevat sanat voivat myös olla painotettuja riippumatta niiden foneettisesta samankaltaisuudesta. Tällainen ilmiö näkyy esimerkiksi *Hymyilevän Apollon* 37.-39. säkeessä: ”Mut yhden me tiedämme varmaan vaan:/Me olemme kerran nyt päällä maan/ja täällä meidän on eläminen”.

Säkeen alussa ilmenevät topikalisoidut kieltorakenteet esiintyvät korpuksessa painotettuina. Esimerkkinä tästä on *Hymyilevän Apollon* 5. ja 25. säe: ”Ei tuomitse se, joka ymmärtää/.../ Ei paha ole kenenkään mieli”. Esimerkeistä voi havaita, että kiellon kohdetta painotetaan, mutta myös ensimmäisessä esimerkissä itse kielteinen apuverbi on painotettuna, mikä johtune siitä, että kiellon kohteena oleva verbi *tuomita* on menettänyt osan finiittisyydestään apuverbille, minkä takia molemmat saavat painotuksen.

Rakenteelliset seikat eivät kuitenkaan riitä selittämään kaikkea painotusta. Suuri osa voimakkaista tunteisiin vetoavista ilmauksista on painotettu. Näihin sanoihin kuuluu myös uskonnollisia sanoja. Tällaisia sanoja ovat muun muassa: *veri*, *houria*, *huumaava*, *armo* sekä *Jumala*. Esimerkkeinä näistä nostettakoon *Kukkivan maan* 8. ja 15. säe, ”Kuumaa ja värisevää ja hulluksi juovuttavaa/.../huumaavasti, täyteläästi elää!”, sekä *Hymyilevän Apollon* 8. säe: ”Sen kautta käy Jumalan tie”. Ilmaukset voivat koostua myös useammasta kuin yhdestä sanasta, kuten *Kaivon* 14. säkeessä: ”astiaas vain mustaa lunta syydä”.

Tässä osiossa käytyjen painotusten lisäksi *Hymyilevässä Apollossa* ja *Kaivossa* esiintyy painotusta, jota ei voida selittää rakenteella eikä ilmaisujen tunteita ja tuntemuksia välittävällä funktiolla. Näiden painotusten tarkoitus on yksinkertaisesti korostaa jotain säkeen sanaa muita enemmän johtuen lausujan tekemästä tulkinnasta. Jos jotakin muuta säkeen sanaa korostettaisiin painolla, runon tulkinta muuttuisi. Tästä löytyy esimerkkejä muun muassa *Kaivon* 7. säkeestä: ”korsun yllä soi tykkien jry”. Esimerkin säkeessä olisi mahdollista painottaa vaikkapa *tykkejä* tai *jyryä*, mutta lausuja on päätyntä postposition painotukseen. Tällainen puhtaasti tulkintaan perustuva painotus on tietokoneen kannalta ongelmallista tuottaa ja siksi tähän kategoriaan kuuluvien säkeiden painotusta ei käsitellä tässä tutkimuksessa sen tarkemmin.

Puhenopeus

Puhenopeuden hidastamisen lisäksi korpuksessa on tyypillistä myös lausua joitain säkeen osia tavallista nopeammin. Nopeuden osalta *Kukkiva maa* erottuu selvästi muista runoista sillä, että se lausutaan kokonaan normaalia puhetta nopeammalla tempolla.

Monissa yhteyksissä nopea ja hidas lausunta esiintyy saman säkeen sisällä luoden suuremman kontrastin. Näin käy esimerkiksi *Kukkivan maan* 5. säkeessä, ”lainehtivat niityt mielettöminä merinä”, joka alkaa nopeasti hidastuen loppua kohti. Tällaisessa yhteydessä hitaaseen lausuntaan liittyy myös vahvempi painotus. Voidaan siis sanoa, että säkeessä olevan painoton ei-tärkeä aines lausutaan nopeasti, jotta se ikään kuin jää taka-alalle. On myös merkittävää huomata, että nopea lausunta edeltää säkeen sisällä aina hidasta lausuntaa.

Nopea lausunta on muutoinkin yleisintä säkeen alussa. Jos myös painollinen sana sattuu säkeen alkuun, ei loppusäkeessä enää esiinny normaalia puhetta hitaampaa lausuntaa, vaan lausunta jatkuu normaalilla nopeudella. Esimerkkejä nopeasta lausunnasta painotettujen sanojen

kohdalla löytyy muun muassa *Kaarisillan* 4. säkeestä, ”ja kaarisillalle tulevat he ahdistuksissaan”, sekä *Hymyilevän Apollon* 7. säkeestä: ”ja ihmiset toistansa lähemmä vie.” Vaikuttaisi siltä, että tällaisissa yhteyksissä normaalilla nopeudella lausuttu, painoton osuus nousee vähintäänkin yhtä merkittävään rooliin kuin painotettu osuus. Nopeus tavallaan lieventää painotusta, muttei kuitenkaan riitä tekemään siitä merkityksetöntä.

Kokonaiset säkeet voidaan lausua nopeasti, mikäli kyse on rinnasteisista rakenteista. Näin käy sekä *Kukkivan maan* 4. säkeessä, ”Sinisiä, keltaisia, valkeita kukkia”, että *Kaivon* säkeessä: ”tuksissansa huokuva ja heikko.” Tällöin säkeitä ei myöskään korosteta millään muulla prosodisella elementillä kuten painolla, tauoilla jne.

Kahdessa tapauksessa nopea lausunta on vasta säkeen lopussa. Nämä tapaukset ovat *Kukkivan maan* 1. säe, ”Maa kuohuu syreenien sinipunaisja terttuja”, sekä *Kaivon* 18. säe: ”kurkut kuivat, vihlovaiset haavat”. Kummassakaan säkeessä ei esiinny painotusta tai normaalia hitaampaa lausuntaa.

Kaivosta löytyy myös kaksi esimerkkiä siitä, että kokonainen säe lausutaan hitaasti. Näin käy 13. säkeessä, ”Janoos älä täällä vettä pyydä”, sekä 36. säkeessä: ”yksikään ei enää vettä nosta”. Molemmat säkeet ovat kielteisiä eikä niissä painoteta mitään sanaa erityisesti. Hitaan lausunnan tehtävä näyttää olevan kielteisyyden voimistaminen silloin kun halutaan korostaa kokonaista säettä jonkin sen osan sijaan.

Mielenkiintoinen piirre löytyy myös *Kaivon* 30. Säkeestä, ”viipyy vesimies – ei mitään muuta”, jossa sana *viipyy* lausutaan erityisen hitaasti. Vastaavanlaisia tapauksia, missä sanan semanttinen merkitys sopii lausunnan prosodiaan, on havaittavissa myös muiden prosodisten elementtien, kuten äänenvoimakkuuden, kohdalla.

Vain yhdessä tapauksessa nopea lausunta esiintyy ainoastaan säkeen keskellä. Näin käy *Hymyilevän Apollon* 23. säkeessä: ”ja kohti taivasta tavoittakaa!”. Säkeessä ei esiinny muita prosodisia tehokeinoja, joten on oletettavaa, että tässä kohtaa lausuja on tulkinut sanan taivas vähemmän muita sanoja merkittäväksi.

Äänenvoimakkuus

Äänenvoimakkuusesiintyy korpuksen runoissa sekä hiljaisempana että kovempana lausuntana. *Kukkiva maa* on tässä suhteessa mielenkiintoinen, sillä se on kokonaan lausuttu suhteellisen kovalla äänellä verrattuna korpuksen muihin runoihin. Vaihteluita äänenvoimakkuudessa tapahtuu toki tämänkin runon lausunnassa.

Kuten puhenopeudenkin kohdalla, myös äänenvoimakkuuden suhteen on havaittavissa se ilmiö, että sanojen semantiikka vaikuttaa äänenvoimakkuuteen. Esimerkiksi *Kaivon* 5. säe vaikuttaa seuraavan säkeen alun lausuntaan: ”haavoissaan vain joku hiljaa huokaa: veljet, vesitilkka tuokaa”. Esimerkistä näkyy, kuinka *huoata*-verbi vaikuttaa seuraavan säkeen alkuun niin, että se lausutaan tavallista hiljaisemmalla äänellä. *Hymyilevästä Apollon* 12. säkeestä löytyy esimerkki siitä, että semantiikan takia sana lausutaankin normaalia kovemmalla äänellä: ”niin ette niin **kovat** oisi!”.

Kovaa ja hiljaista ääntä voidaan käyttää myös saman säkeen sisällä luomaan kontrastia. Näin käy *Kukkivan maan* 15. säkeessä, jossa kaksi painotettua ja tauoilla toisistaan erotettua sanaa lausutaan eri äänenvoimakkuudella luomaan kontrastia: ”huumaavasti, täyteläästi, elää!”. *Hymyilevän Apollon* 1. säkeessä hiljempaa lausutussa osassa ei ole painoa, vaan ainoastaan kovalla äänellä lausuttu osio on painollinen: ”**Oi, antaos, Herra sa auringon**,”.

Hymyilevän Apollon 17.–20. säkeessä tapahtuu jotain mielenkiintoista. Jokaisen säkeen alun sanat on painotettu ja lisäksi kaikissa ensimmäistä lukuun ottamatta on samassa positiossa loppusoinnulliset sanat. Tämä säkeiden samankaltaisuus johti siihen, että kaikki säkeet on lausuttu kauttaaltaan kovemmalla äänellä: ”**Tääll’ on toki tilaa kaikillen,/On ketoja auran kääntää,/ on lehtoja laulella neitojen/ja saloja sulhojen vääntää.**”. Saman säkeistön sisällä luodaan säkeistön alun äänenvoimakkuuteen kontrastia 24. säkeessä hiljaisella lausunnalla: ”Niin pieni,

pieni on maa.”. Tässä säkeessä voidaan myös havaita semantiikasta johtuva hiljainen äänenvoimakkuus; säe lausutaan siis ”pienellä” äänellä.

Kukkivassa maassa elämisestä tehdään motiivi; kun eläminen mainitaan ensimmäistä kertaa, se lausutaan painotettuna ja kovalla äänellä. Kun elää-verbiä toistetaan myöhemmin, se lausutaan sekä hiljaisemmalla äänellä että ilman painoa. Tämä käy ilmi 10.–13. säkeestä: ”Elää, elää, elää! / Elää raivokkaasti elämän korkea hetki, / terälehdet äärimmilleen auenneina, / elää ihanasti kukkien,”.

Säkeet, joissa on alussa paino yhdellä sanalla eikä mitään muita prosodisia tunnusmerkkejä, voidaan lausua kovemmalla äänellä, kuten *Hymyilevän Apollon* 13. ja 39. säkeessä: ”**Miks emme me kaikki yhtyä vois? / ... / ja täällä meidän on eläminen,**”.

Yleistä intuitiota vastoin, huutomerkki ei näytä suinkaan tarkoittavan automaattisesti kovempaa äänenvoimakkuutta. *Kukkivan maan* 6. säkeestä löytyy jopa täysin vastakkainen esimerkki, jossa huutomerkkiin päättyvä säe onkin lausuttu hiljaisella äänellä: ”Ja tuoksua!”. Säkeessä ei ole edes painotettu mitään sanaa eikä siinä liiemmin esiinny muitakaan prosodisia piirteitä. Säe kuvastaa selkeimmillään esiintyjäkeskeistä lausuntatapaa, missä runoilijan asettama huutomerkki jätetään täysin kunnioittamatta.

Äänenkorkeus

Korpuksessa käytetään sekä korkeampaa että matalampaa ääntä korostamaan säkeen osia. *Kukkiva maa* poikkeaa muista runoista sillä, että se on lähes kokonaisuudessaan lausuttu tavallista puheääntä korkeammalla äänellä. Korkeampi lausuntaääni on muutoinkin korpuksessa matalaa yleisempää.

Kuten tutkimuksessa on muidenkin piirteiden kohdalla usein todettu, myös äänenkorkeuteen vaikuttaa sanojen semantiikka. *Kaivossa* 5. säkeen *huoata*-verbi vaikuttaa seuraavaan säkeeseen niin, että se lausutaan matalammalla äänellä: ”haavoissaan vain joku hiljaa huokaa: / veljet, vesitilkka tuokaa”. Myös löyhempi semanttinen kytkös saattaa vaikuttaa matalaan lausuntaan. Esimerkiksi *Kaarisillan* 5. säkeen *syvyys*-sana lausutaan matalasti, kuten myös sitä seuraava säe, ”Tee silta ylitse syvyyden / tee, kaarisilta tee”, tässä yhteydessä on tärkeää huomauttaa, että molemmat säkeet lausutaan yhteen ilman taukoa, mikä mahdollistaa sen, että *syvyys*-sana vaikuttaa myös seuraavaan säkeeseen.

Matala ääni esiintyy myös usein hitaan lausunnan yhteydessä. Näin on esimerkiksi *Kukkivan maan* 5. säkeessä, ”lainehtivat niityt mielettöminä merinä”, sekä *Kaivon* 30. säkeessä semanttisen merkityksen takia: ”viipyy vesimies, ei mitään muuta”. On huomattava, että edeltävässä esimerkissä vain *viipyy*-verbi on lausuttu hitaasti, mutta tämän hitaan lausunnan vaikutus yltää koko säkeeseen.

Osa painotetuista vahvoista, tunteisiin vetoavista ilmaisuista on lausuttu matalalla äänellä korostamaan painotuksen vaikutusta. Esimerkkinä tästä voidaan nostaa *Kukkivan maan* 9. säe, ”pakanallista maan ihon tuoksua”, sekä *Hymyilevän Apollon* 21. säe: ”Kas, lempi se maailman levittää”. Tämä ilmiö on mahdollinen myös korkealla äänellä lausuttuna, kuten esimerkiksi *Kukkivan maan* 7. säkeessä: ”Ihanampaa kuin pyhä suitsutus!”.

Runon motiivia korostetaan usein korkealla äänellä, etenkin silloin, kun se sattuu olemaan säkeen alussa. Tästä hyviä esimerkkejä ovat *Kaarisillan* 4. säe, ”ja kaarisillalle tulevat he ahdistuksissaan”, sekä *Kaivon* 11. säe: ”kaivon luona luoti tapas monta”. Näin painotuksen korostava vaikutus vahvistuu entisestään korkean äänen ansiosta.

Hymyilevän Apollon erityispiirteenä on se, että imperatiivimuodot lausutaan usein säkeen lopussa korkealla äänellä. Näin on 11., 15. ja 22. säkeessä: ”Oi, ihmiset, toistanne ymmärtäkää / ... / Oi, ihmiset, toistanne suvaitkaa! / ... / Oi, ihmiset, toistanne lempikää”.

Vaikka korkea ääni kulkee pitkälti käsi kädessä painotuksen kanssa, on korpuksessa myös korkealla äänellä lausuttuja kohtia, joissa ei ole painoa. Selvennykseksi todettakoon, etteivät painolliset sanat saa läheskään aina korkeaa lausuntaa, vaan että korkea lausunta on lähes aina painotettua. Esimerkit painottomista korkealla äänellä lausutuista sanoista ovat sellaisia, että

niissä esiintyy jonkinlainen vastakkainasettelu. Esimerkkejä ilmiöstä löytyy *Kaivon* 2. säkeestä, ”hyökkäystä ei, vain tykkitulta”, jossa oletettu hyökkäys rinnastetaan todellisen tilanteen kanssa, sekä 1. säkeestä, ”Talvipäivä puolella on vasta”, jossa *vasta*-sanalla korostetaan vastakkaisuutta sen toiveen kanssa, että päivä olisi jo ehtinyt pidemmälle.

Tauot

Korpuksessa esiintyy kahdenlaista tauotusta: pitkää (||) ja lyhyttä (|). Näillä tauoilla on eri funktio ja niitä käytetään erilaisissa yhteyksissä, jopa saman säkeen sisällä.

Nyrkkisääntönä voidaan sanoa, että säkeiden välissä on tauko. Tähän sääntöön löytyy kuitenkin korpuksessa poikkeuksia. Säkeet lausutaan yhteen ilman taukoa usein, jos edeltävä säe ei pääty välimerkkiin. Esimerkkinä *Kukkivan maan* 4. ja 5. säe: ”Sinisiä, keltaisia, valkeita kukkia(/)lainehtivat niityt mielettöminä merinä.”. *Kaarisillassa* on myös mahdollista, että säkeet lausutaan yhteen ilman taukoa, jos edeltävä säe päättyy pilkkuun, kuten 5. ja 6. säkeessä: ”Tee silta ylitse syvyyden,(/)tee, kaarisilta tee.”. Pilkkua ei siis aina nähdä riittävän vahvana välimerkkinä, että se aiheuttaisi tauon säerajalle. Muita välimerkkejä, kuten pistettä ja huutomerkkiä puolestaan kunnioitetaan aina.

Pitkä tauotus esiintyy ennen sitaattia kaksoispisteen jälkeen. Esimerkkinä tästä nostettakoon *Kaarisillan* 1. säe, ”Ja Jumala sanoi:|| Toisille annan toiset askareet, “, sekä *Kaivon* 39. ja 40. säe: ”Haavoissaan vain joku hiljaa huokaa:||/veljet,| vesitilkka tuokaa”. Edeltävässä esimerkissä on myös lyhyt tauko vokatiivisen pilkun yhteydessä. *Hymyilevän Apollon* 1. säkeessä on samanlainen vokatiivinen pilkutus, jonka yhteydessä esiintyy pitkä tauko. Tauon pituus johtuu siitä, että se on säerajalla, jolloin muutoinkin tulisi lyhyt tauko, joten taukoa halutaan korostaa pituutta lisäämällä: ”Oi, antaos, Herra sa auringon,||”.

Lyhyitä taukoja esiintyy myös rinnasteisten rakenteiden välillä, etenkin silloin kun ja-konjunktio rinnastaa kokonaisia lauseita. Tästä ilmiöstä löytyy esimerkki *Kaivon* 33. säkeestä: ”Päivä hämärtyy | ja vihdoon kuullaan”. Taukoja esiintyy myös silloin kun rinnastetaan lausekkeita lauseen sisällä, kuten *Kaarisillan* 12. säkeessä, ”Ja Jumala sanoi:|| Verellä | ja kyynelillä vain” sekä *Kaivon* 4. säkeessä: ”Alla maan on tyyntä,| kodikasta;”. Kuitenkaan kaikkia rinnasteisia rakenteita ei tauoteta. Tauotus vaikuttaa olevan keino korostaa entisestään rinnasteisten rakenteiden itsenäistä merkitystä.

Itsenäistä merkitystä korostetaan myös tauotuksella silloin, kun kaksi asiaa asetetaan vastakkain esimerkiksi vertailun avulla. Esimerkiksi *Kaivon* 2. säkeessä on vastakkainasettelu odotetun hyökkäyksen ja todellisen tilanteen välillä, ”hyökkäystä ei,| vain tykkitulta:”, sen takia säkeessä esiintyy myös tauko. *Kaarisillan* 20. säkeessä komparatiivin jälkeen käytetään pitkää taukoa, ”ei mikään kimalla kauniimmin || kuin puhtaat | kyyneleet”, pitkä tauko johtuneen tässä yhteydessä siitä, että säkeessä esiintyy myös toisenlainen tauotus.

Edeltävän esimerkin mukaista adjektiivi- tai nominilausekkeen sisäistä tauotusta esiintyy myös muualla korpuksessa. *Kukkivan maan* 23. säkeessä tässä yhteydessä käytetään pitkää taukoa, mutta postpositio on kuitenkin erotettu lyhyellä tauolla: ”olemusten || värisevään || pohjaan | asti”. Pitkät tauot johtunevat siitä, että kaikkia muita sanoja postpositiota lukuun ottamatta painotetaan. Tällaisissa lausekkeiden sisäisissä tauoissa halutaan korostaa lausekkeen osien itsenäistä merkitystä, kuten sitä, että juuri puhtaus saa kyneleet kimaltamaan kauniisti. Niiden lausekkeiden löytäminen, joiden sisäinen tauotus on mielekästä, voi olla tietokoneen tuottamalle lausunnalle liian haastava tavoite tämän tutkimuksen puitteissa. Mutta ilmiö on kuitenkin yleinen kauttaaltaan koko korpuksessa.

Ehkä helpompi tauotuspiirre löytyy alisteisten sivulauseiden ja päälauseiden rajalta. Lähes aina, kun sivu ja päälauseen raja asettuu säkeen sisälle, siinä on lausuttaessa lyhyt tauko. Esimerkiksi *Kaarisillan* 16. säkeessä sivulause erotetaan tauolla, ”he antavat kyllä sen anteeksi,| jos sillan rakennat”, näin käy myös *Kaivon* 21. säkeessä: ”Lähtee mies,| kun vettä pyytää

veikko,”. Myös relatiivilauseet aiheuttavat tauon, kuten *Kaivon* 35. säkeessä: ”verta valunut on kaivoon,| josta”.

Jumala-sanaa korostetaan usein molemmissa runoissa, joissa se esiintyy sitä edeltävällä lyhyellä tauolla. Näin on esimerkiksi *Kukkivan Apollon* 8. säkeessä, ”Sen kautta käy | Jumalan tie.”, sekä *Kaarisillan* 17. säkeessä: ”Tee silta | Jumalan kunniaksi, || kaarisilta tee,”.

Edeltävässä *Kaarisillan* esimerkissä on myös huomattavaa, että runon motiivia, kaarisiltaa, korostetaan tauolla, eikä suinkaan tällä kertaa painolla. Näin käy myös muualla korpuksessa, kuten *Kukkivan maan* 15. säkeessä, ”huumaavasti || täyteläästi | elää!”, jossa *elää*-verbiä korostetaan. Onkin siis tärkeää todeta, että runoissa toistuvien ilmausten merkintä ei rajoitu ainoastaan sanapainoon, vaan myös tauotusta voidaan käyttää vaihtoehtoisena tapana korostaa runon motiivia.

Hymyilevässä Apollossa on mielenkiintoinen piirre kas-sananyhteydessä, sillä se erotetaan aina tauolla kuin myös sitä seuraava ilmaus, esimerkiksi 21. ja 29. säkeessä, ”Kas,| lempi se | maailman levittää./.../Kas,| hymy | jo puoli on hyvettä”, käy näin. *Kas*-sanalla tuodaan esiin säkeen subjekti, joka puolestaan erotetaan selkeästi predikaatista tauolla. Tällä lausunnalla korostetaan sitä, että kyseessä on juurikin se asia, joka sattuu olemaan lauseen subjektina.

Hymyilevälle Apololle on myös tyypillistä tauottaa säe predikaatin jälkeen, etenkin silloin, kun predikaatti on painollinen, kuten esimerkiksi 3. ja 38. säkeessä: ”niin soittaisin || laulua sovinnon,/.../Me olemme | kerran nyt päällä maan”. Tällainen tauotus ei esiinny korpuksen muissa runoissa, ja siksi sen syitä ei käsitellä tässä työssä sen tarkemmin.

Muut piirteet

Runonlausunnassa käytettiin korpuksessa myös paljon äänenkäytöllisesti monimutkaisempia piirteitä, joihin asti en oleta puhesynteesillä vielä päästävän, toki neuroverkoilla piirteitä voi mallintaa, mikäli dataa olisi saatavilla [kts. Hannun, 2014). Käsittelen tässä osiossa kuitenkin kaikista ilmeisimmät monimutkaiseen äänenkäyttöön liittyvät piirteet.

Kuten olemme aikaisemmissa luvuissa huomanneet, sanojen semantiikalla on vaikutusta lausuntaan. Tämä on totta myös äänenlaadun kannalta. *Kukkivan maan* 8. ja 9. säe lausutaan värisevällä äänellä, ”Kuumaa ja värisevää ja hulluksijuovuttavaa/pakanallista maan ihon tuoksua!”, sillä 8. säkeestä alkava lause sisältää sanan *värisevää*.

Kukkivassa Apollossa 35. säkeen ensimmäinen sana lausutaan huokaavalla äänellä: ”Hyvä että me sitäkin tutkimme”. Tässä yhteydessä huokaava sävy ei johdu sanan semantiikasta, vaan runonlausujan tekemästä tulkinnasta. Tietokoneelle on äärimmäisen hankala päästä vastaavaan tulkintaan saatikka tuottaa sopivan huokaavalta kuulostavaa ääntä puhesynteesillä. Siksi nämä monimutkaiset äänenkäytölliset jäävätkin kurioositeeteiksi odottamaan mahdollista jatkotutkimusta.

Synteesin kannalta huomattavasti edellisiä helpompi piirre löytyy *Kukkivan maan* 16.–18. säkeestä, jotka ovat puhdasta runonluentaa, eivätkä lausuntaa: ”Mitä siitä, että kuolema tulee!/ Mitä siitä, että monivärinen ihanuus/värisee kuihtuneena maahan.”. Pelkkä luenta asettaa tässä yhteydessä vastakkain kuolemaa käsittelevän osuuden lausutun osuuden kanssa, joka korostaa elämää ja sen ihanuutta.

Analyysin yhteenveto

Analyysistä käy ilmi kaksi merkittävää prosodiaan vaikuttavaa piirrettä: semantiikka ja toisto. Sanojen merkitysten todettiin vaikuttavan prosodiaan puhenopeuden, äänenkorkeuden sekä äänenvoimakkuuden kohdalla. Toisto vaikuttaa puolestaan eniten painotuksen määräytymiseen niin sanojen kuin tavujenkin kohdalla, kuten esimerkiksi alkusoinnuissa. Runon motiivia voidaan korostaa painotuksen lisäksi myös korkealla lausuntaäänellä. Vaihtoehtoisesti motiivia voidaan korostaa tauotuksella painotuksen sijaan.

Myös vahvat tunteisiin vetoavat ilmaukset ovat lausunnan kannalta merkittäviä. Niitä merkitään usein painolla, mutta sen lisäksi myös matalalla lausuntaäänellä. Näiden sanojen lisäksi erityisessä asemassa on *Jumala*-sana, jota merkitään usein painon lisäksi sitä edeltävällä tauolla.

Painotusta voidaan lievittää nopealla lausunnalla. Nopeaa lausuntaa esiintyy myös rinnasteisissa rakenteissa, kuten listoissa. Tällaisissa rinnasteisissa rakenteissa sekä vertailevissa rakenteissa voidaan käyttää myös taukoja korostamaan osien itsenäistä merkitystä. Vertailevissa, vastakkaisuutta korostavissa rakenteissa käytetään usein myös korkeaa lausuntaääntä.

Tauotusta esiintyy pitkänä ennen sitaatteja ja useimmiten lyhyenä säkeiden ja alisteisten sivulauseiden sekä relatiivilauseiden ja päälauseen rajalla. Tauotusta esiintyy siis yleensä ennen välimerkkejä, mutta kuitenkin pilkun tapauksessa näin ei aina ole. Pilkun yhteydessä esiintyy kuitenkin paino silloin, kun sen merkitys on vokatiivinen.

Äänenvoimakkuudella luodaan kontrastia hiljaa ja kovaa lausutun osuuden välillä. Kova äänenvoimakkuus on yleisintä säkeissä, jotka alkavat painollisella sanalla, ja jotka eivät sisällä muita prosodisia piirteitä. Mielenkiintoisena seikkana havaittiin, ettei huutomerkki vaikuta äänenvoimakkuuteen.

Nopea lausunta on yleisintä säkeen alussa. Hidasta lausuntaa puolestaan esiintyy kokonaisissa säkeissä, jotka ovat merkitykseltään kielteisiä. Matala ääni on usein yhteydessä hitaaseen lausuntaan.

Jos vertaamme prosodiaa runonlausunnassa analyysin alussa esitettyihin yleisemmän kielenkäytön pohjalta tehtyihin tutkimuksiin, voimme havaita joitakin yhtäläisyyksiä, kuten sen, että korkealla äänellä osoitetaan lauseen fokus, tämä havainto on linjassa sen kanssa, että korkealla äänellä merkitään usein runon motiivia. Kuitenkaan nämä yleisemmät tutkimustulokset eivät mitenkään riitä selittämään runonlausunnassa esiintyviä prosodisia piirteitä. Runonlausuntaa vaikuttaisi siis ohjailevan selvästi normaalista puheesta poikkeavat lainalaisuudet.

Prosodian tuottaminen

Tässä osiossa luotava algoritmi pohjaa tutkimuksen edeltävän osion analyysin tuloksiin. Algoritmin tarkoituksena on ottaa sisään syötteenä automaattisesti olemassa olevilla metodeilla [Hämäläinen & Rueter, 2018; Hämäläinen & Alnajjar, 2019] tuotettu runo ja tuottaa sille SSML³-annotaatio, jonka avulla puhesyntetisaattori voi syntetisoida prosodian, eli lausua runon pelkän lukemisen sijaan.

Synteesin tuottamiseen käytetään eSpeak⁴-syntetisaattoria, sillä se on vapaasti saatavilla ja se tukee SSML-annotoitujen tiedostojen syntetisointia myös suomen kielellä. ESpeak on monikielinen syntetisaattori, joka syntetisoi puhetta äänteiden formantteja syntetisoimalla. Se ei siis yhdistele oikeiden puhujien äänitteitä yhteen, kuten monet muut perinteiset puhesyntetisaattorit.

Ensimmäinen ongelma kuitenkin ennen synteesiä on SSML-annotaation tuottaminen. Tämä tehdään tunnistamalla runosta erilaisia piirteitä, joiden avulla algoritmi luo sopivan lausunnan runolle. Ennen kuin piirteitä voidaan alkaa tunnistaa, on syötteenä tuleva runo tokenisoitava ja analysoitava. Tokenisaatio tarkoittaa tekstin jakamista sanaesiintymiin. Näin myös esimerkiksi välimerkit erotetaan omiksi tokeneikseen, eli esiintymikseen.

Saatavilla oleva valmis TreeTagger⁵-työkalu kykenee tokenisoimaan syötteen, lemmatisoimaan siinä olevat sanamuodot, eli tuottamaan niiden perusmuodot, sekä merkitsemään kunkin sanaesiintymän sanaluokan. TreeTagger osaa desambiguoida homonyymit automaattisesti tilastollisen mallin avulla. Tämä on suunnaton etu Omorfiin⁶ nähden, sillä Omorfi hallitsee vain morfologian. Omorfi pystyy myös lemmatisoimaan saneet että tuottamaan niille niiden sanaluokkatiedot, mutta desambiguointi kontekstin perusteella työkalulta ei onnistu.

TreeTagger-analyysin jälkeen runo on valmis sopivien piirteiden tunnistamiseen. Loppuosa tästä osiosta on jaettu tunnistettavien piirteiden mukaan.

3 SSML eli *Speech Synthesis Markup Language* on W3C-standardoitu merkintäkieli puhesynteesiä varten.

4 <http://espeak.sourceforge.net/index.html>

5 TreeTagger [Schmid, 1994] on binäärisen päätöspuuhun perustuva tilastollinen työkalu sanaluokkien merkitsemiseen.

6 Omorfi [Pirinen, 2015] on äärellistilainen automaatti, joka pystyy jäsentämään sanojen morfologiaa sekä tuottamaan sanamuotoja valmiin jäsennyksen avulla.

Motiivi ja rinnasteisuus

Runon motiivilla tarkoitetaan toistuvaa ilmausta. Kuten analyysiosiossakin näimme, toistuvat ilmaukset ovat erityisen tärkeitä lausunnan painotuksen kannalta. Koska TreeTagger tuottaa saneille lemmatisoinnin, lemموjen frekvenssin laskeminen helpottuu. Muutoin järjestelmän olisi liki mahdotonta laskea tietyn lemman esiintymiä suomen kielen rikkaan morfologian takia.

Pelkkä lemموjen laskeminen ei kuitenkaan riitä. Saneita on myös suodatettava ennen frekvenssien laskemista. Lauseen lopettavat välimerkit (SENT) sekä muut välimerkit (Punct) on suodatettava pois laskuista; eihän esimerkiksi pilkku voi olla runon motiivi, vaikka se onkin todennäköisesti yleisin runossa esiintyvä lemma. Myös konjunktiot on hyvä suodattaa pois. Näihin kuuluvat rinnastuskonjunktiot (CC) sekä alistuskonjunktiot (CS), joita runoissa on runsaasti, mutta jotka vain harvemmin nousevat motiiviksi. Lisäksi suodatetaan pronominit (Pron), jotka toki voisivat nousta runon motiiviksi, mutta suuremman tarkkuuden saamiseksi ne on suodatettava pois, sekä kopula, joka yleisyytensä vuoksi olisi järjestelmän mielestä kaikkien runojen motiivi.

Suomen kielelle tyypillinen piirre on yhdyssanojen muodostus. Kuten analyysissäkin näimme, *Kaarisillan* tapauksessa runon silta-motiivi esiintyy välillä yhdyssanassa *kaarisilta* ja välillä erillisenä sanana. Tämän vuoksi frekvenssejä laskettaessa on hyvä rikkoa yhdyssanat osiin, jotta saamme laskettua kaikki sananesiintymät. TreeTagger osaa vain harvoin merkitä yhdyssanarajat, tämän vuoksi tarvitaan lisäanalyysiä Omorfilla. Omorfi kykenee nimittäin jakamaan saamansa yhdyssanasyötteen yhdyssanan muodostaviin sanoihin. Kun frekvenssejä lasketaan, järjestelmä voi Omorfin ansiosta laskea yhdyssanojen osat erikseen.

Rinnasteisia rakenteita tunnistettaessa tunnistus keskittyy rinnastuskonjunktioiden (CC) tunnistamiseen. Pilkut katsotaan rinnasteisiksi silloin, kun niitä ei seuraa jokin konjunktio (CC tai CS) eikä relatiivipronomini (joka, mikä). Näin järjestelmä voi tunnistaa listoja ja muita rinnasteisia rakenteita, joiden lausunnassa oli analyysin valossa erityispiirteitä.

Allitteraatio ja riimit

Allitteraation, eli alkusoinnun, tunnistamista varten järjestelmän on käsiteltävä kaikkia säkeitä yhtenä säkeenä, sillä jo analyysistäkin näimme, että allitteraatioketjut eivät rajoitu vain yhden säkeen sisään, vaan ne rikkovat säerajat. Allitteraatiosta suodatetaan SENT- ja Punct-leimoilla annotoidut saneet, sillä ne ovat välimerkkejä.

Saneista katsotaan allitteraatiota vain ensimmäisen kirjaimen suhteen kirjainkokeriippumattomasti. On toki mahdollista, että runossa on paremminkin allitteroivia sanoja, joissa kokonainen ensimmäinen tavu on sama. Vain yhtä kirjainta katsomalla, järjestelmä löytää kuitenkin suurimman määrän allitteraatioita, joita ei aseteta keskenään paremmuusjärjestykseen allitteroivan osan pituuden osalta. Järjestelmä sallii yhden ei-allitteroivan sanan kahden keskenään allitteroivan sanan välissä. Näin järjestelmä kykenee tunnistamaan myös *Kaarisillassa* esiintyvän allitteraation, ”...kyllin kantavan/ja kirkkaan...”, sillä yksittäinen ja-sana sallitaan allitteraatioketjun sisällä.

Analyysissä havaitsimme, että eri säkeissä samassa positiossa oleva äänteellinen samankaltaisuus on tärkeää lausunnan kannalta. Tätä samankaltaisuutta nimitetään työn tässä osiossa yksinkertaisesti riimiksi, vaikkei kyse välttämättä olekaan saneiden lopussa esiintyvistä samankaltaisuudesta.

Jotta pääsemme tutkimaan riimejä, meidän on ensin tavutettava saneet. Näin on mahdollista tavuja laskemalla selvittää, mitkä riimit ovat samassa positiossa peräkkäisissä säkeissä. Tavutus hoituu helpoiten FinMeter⁷-työkalulla.

Kuten allitteraation tapauksessa, myös riimejä etsittäessä SENT- ja Punct-lemmatut saneet hypätään kokonaan yli. Mikäli samassa positiossa olevien saneiden tavut ovat samat, lisätään

⁷ <https://github.com/mikahama/finmeter> [Hämäläinen & Alnajjar, 2019].

ne riimilistaan. Kuitenkin, mikäli kyseiset saneet ovat saman sanan ilmentymiä, niitä ei katsota riimeiksi. Suomen kielen osalta on järkevää katsoa myös assonanssia. Tämä on kannattavaa esimerkiksi vokaalisoinnun takia, sillä nyt järjestelmä löytää äänteellisen samankaltaisuuden vaikkapa sanamuotojen *kasissa* ja *käsissä* välillä.

Tunteisiin vetoavat sanat

Tunteisiin vetoavien sanojen tunnistaminen on edeltäviä osioita astetta hankalampi tehtävä. Koska tämä työ ei pituutensa puolesta riitä mitenkään kattamaan kokonaista sentimenttianalyysijärjestelmää, on käytettävä olemassa olevaa ratkaisua. SentiWordNet [Esuli & Sebastiani, 2006] on tietokanta, joka sisältää kolmiarvoisen annotaation WordNet⁸-synsetiä kohti. Annotaatiosta käy ilmi synonyymijoukon positiivisuus, negatiivisuus sekä objektiivisuus. Tunteisiin vetoavuuden kannalta tärkeintä on sanojen negatiivisuus sekä positiivisuus.

Koska SentiWordNet on rakennettu WordNetin päälle, ja WordNetistä on julkaistu suomenkielinen versio, FinnWordNet [Lindén & Carlson, 2010], on mahdollista käyttää SentiWordNetin annotaatioita suomenkielisen materiaalin kanssa. Tämä ei kuitenkaan ole täysin ongelmaton. Koska runoista saadaan ulos vain lemmat, eikä suinkaan sitä tietoa, mihin synonyymijoukkoon kukin lemma viittaa, antaa FinnWordNet jokaiselle lemmalle useita mahdollisia semanttisia tulkintoja, joiden väliltä järjestelmän on kyettävä valitsemaan sopivin tulkinta. Tämän lisäksi FinnWordNet on käännetty suhteellisen huolimattomasti, sillä esimerkiksi sanalle *nainen* järjestelmä ehdottaa synonyymeiksi sanoja *huora*, *hutsu*, ja *lutka*, kun taas *mies*-sanalle järjestelmä ei ehdota mitään negatiivista.

Semanttisen tulkinnan valitsemista voisi suorittaa suhteessa virkkeen muiden sanojen semanttisiin tulkintoihin. WordNet tarjoaa mahdollisuuden laskea synonyymijoukkojen välisen semanttisen etäisyyden pituutta, jolloin järjestelmä voisi valita toisiaan semanttisesti lähimpänä olevat tulkinnat. Kuitenkin aikaisemmassa tutkimuksessani [Hämäläinen, 2016: 45–46] osoittautui, etteivät WordNetin semanttiset etäisyydet ole alkuunkaan luotettavia, joten siksi tässä tutkimuksessa etäisyydet jätetään käyttämättä hyväksi. Sen sijaan, järjestelmä valitsee merkitysten joukosta sen, jolla on SentiWordNetin mukaan suurin positiivisuus- tai negatiivisuusarvo.

SentiWordNetissä negatiivisuus ja positiivisuus on annettu desimaalilukuna, jonka arvo on 0:n ja 1:n avoimella välillä. Saneet, joiden negatiivisuus- ja positiivisuusarvot jäävät nolleen, eivät ole tunteisiin vetoavia. Muilla sanoilla on kuitenkin tällainen ominaisuus, ja järjestelmä käsittelee ne tunteisiin vetoavina.

Semantiikka

Sanojen merkitys on hyvin tärkeä osa runonlausuntaa. Järjestelmän on mukailtava sanojen merkitystä ja lausuttava hitaasti sanat, jotka kuvaavat hidasta toimintaa, sekä hiljaisella äänellä sanat, jotka kuvaavat hiljaisia asioita. Tämä on helpointa saavuttaa vertaamalla sanojen *hidas*, *nopea*, *hiljainen*, *kova*, *tärkeä* ja *merkityksetön* sanavektoreita runon sanojen vektoreihin käyttämällä valmiiksi tuotettua word2vec-mallia [Laippala & Ginter, 2014].

Tämän lisäksi semantiikkaa voidaan hahmottaa SemFin avulla [Hämäläinen, 2018b]. Järjestelmä tuottaa prosodisen annotaation verbeille, joihin liittyvät adverbit *hitaasti*, *nopeasti*, *hiljaan*, *kovaan*, *tärkeästi* ja *vähäpätöisesti* syntaktisella yhteydellä.

Loppupäätelmät

Tässä artikkelissa olemme analysoineet neljän runon lausuntaa prosodian näkökulmasta sekä kuvanneet laskennallisen mallin runonlausunnan syntetisointiin automaattisesti. Alustava laskennallinen järjestelmä voi toimia suunnannäyttäjänä jatkotutkimukselle aiheesta, sillä sekä runonlausuntaa että sen tuottamista on tutkittu erittäin vähän.

8 WordNet [Miller, 1995] on tietokanta, johon on tallennettu lemmojen viittaukset synonyymijoukkoihin, joilla tarkoitetaan synonyymien muodostamaa joukkoa. WordNet sisältää myös tietoa mm. antonymiasta, hyponymiasta ja hyperonymiasta.

Prosodialla on runonlausunnassa yhteläisyyksiä prosodiaan yleisessä kielenkäytössä. Esimerkiksi runon motiivi osoitetaan usein korkealla äänellä, aivan kuin fokus normaalissa puheessa. On kuitenkin selvää, etteivät yleisen tason tutkimustulokset riitä kuvaamaan runonlausuntaa, sillä se on normaalista puheesta täysin erillinen järjestelmä omine lainalaisuuksineen.

Tutkimuksen aikana tuotettu korpus, johon analyysi pohjaa, on julkaistu avoimesti Zenodossa⁹. Korpus on tokenisoitu sanatasolla ja jaettu säkeiden mukaan äänitiedostoihin sekä niitä vastaaviin tekstitiedostoihin, jotka on annotoitu prosodian mukaan. Tekijänoikeussyistä korpuksen lauseet on sekoitettu satunnaiseen järjestykseen.

Lähteet:

- Alnajjar, K.* Computational Analysis and Generation of Slogans. MSc Thesis. University of Helsinki, 2019.
- Alnajjar, K., & Hämäläinen, M.* A Creative Dialog Generator for Fallout 4. // Proceedings of the 14th International Conference on the Foundations of Digital Games [48] ACM. 2019.
- Brown, G.* Prosodic structure and the given/new distinction // A. J. Cutler, Prosody: Models and Measurements. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 1983. Pp. 67–67.
- Chafe, W.* Discourse, consciousness, and time. The flow and displacement of conscious experience in speaking and writing. Chicago: University of Chicago Press. 1994.
- Cho, W. I., Kim, J. H., Cheon, S. J., & Kim, N. S.* Rule-Based Generation of Four-Part Chorus Applied With Chord Progression Learning Model // The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, 41(11). 2016. Pp. 1456–1462.
- Colombo, P., Witon, W., Modi, A., Kennedy, J., & Kapadia, M.* Affect-Driven Dialog Generation // Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers). 2019. Pp. 3734–3743.
- Colton, S., Goodwin, J., & Veale, T.* Full-FACE poetry generation // 3rd International Conference on Computational Creativity, ICC3 2012. University College Dublin. 2012. Pp. 95–102.
- Esuli, A., & Sebastiani, F.* Sentiwordnet. A publicly available lexical resource for opinion mining. Proceedings of LREC, 6. 2006. Pp. 417–422.
- Geluykens, R., & Swerts, M.* Prosody as a Marker of Information Flow // Spoken Discourse. Language and speech, 37(1). 1994. Pp. 21–43.
- Gervás, P.* An expert system for the composition of formal spanish poetry // Applications and Innovations in Intelligent Systems. VIII Springer. London, 2001. Pp. 19–32.
- Halle, M., & Keyser, S. J.* Chaucer and the Study of Prosody. College English, 28(3). 1966. Pp. 187–219.
- Hannun, A., Case, C., Casper, J., Catanzaro, B., Diamos, G., Elsen, E., Prenger, R., Satheesh, S., Sengupta, S., Coates, A., & Ng, A. Y.* Deep speech: Scaling up end-to-end speech recognition. arXiv preprint arXiv. 2014. Pp. 1412–5567.
- Hočevar, D.* Movement and poetic rhythm: uncovering the musical signification of poetic discourse via the temporal dimension of the sign. Acta Semiotica Fennica XVII. Approaches to Musical Semiotics 5. Studia Musicologica Universitatis Helsingiensis X. 2003.
- Hämäläinen, M., & Alnajjar, K.* Let's FACE it: Finnish Poetry Generation with Aesthetics and Framing // K. V. Deemter, C. Lin, & H. Takamura (Eds.), 12th International Conference on Natural Language Generation: Proceedings of the Conference. The Association for Computational Linguistics. 2019. Pp. 290–300.
- Hämäläinen, M., & Rueter, J.* Development of an Open Source Natural Language Generation Tool for Finnish // Proceedings of the Fourth International Workshop on Computational Linguistics of Uralic Languages. The Association for Computational Linguistics, 2018. Pp. 51–58.
- Hämäläinen, M.* Reconocimiento automático del sarcasmo - ¡Esto va a funcionar bien! MA Thesis. University of Helsinki, 2016.
- Hämäläinen, M.* Poem Machine - a Co-creative NLG Web Application for Poem Writing // The 11th International Conference on Natural Language Generation: Proceedings of the Conference. The Association for Computational Linguistics, 2018a. Pp. 195–196.

⁹ <http://doi.org/10.5281/zenodo.4317747>

- Hämäläinen, M.* Extracting a Semantic Database with Syntactic Relations for Finnish to Boost Resources for Endangered Uralic Languages. In *The Proceedings of Logic and Engineering of Natural Language Semantics 15 (LENLS15)* [9]. 2018b.
- Hämäläinen, M.* Generating Creative Language – Theories, Practice and Evaluation. PhD Thesis. University of Helsinki. 2020.
- Kenmochi, H., & Ohshita, H.* VOCALOID – Commercial singing synthesizer based on sample concatenation // *INTERSPEECH*, 2007. Pp. 4009–4010.
- Kenter, T., Wan, V., Chan, C. A., Clark, R., & Vit, J.* (2019). CHiVE: Varying prosody in speech synthesis with a linguistically driven dynamic hierarchical conditional variational network // *International Conference on Machine Learning*, 2019. Pp. 3331–3340.
- Laippala, V., & Ginter, F.* Syntactic n-gram collection from a large-scale corpus of internet Finnish // *Human Language Technologies-The Baltic Perspective: Proceedings of the Sixth International Conference Baltic HLT*. 2014. Vol. 268. P. 184.
- Lindén, K., & Carlson, L.* FinnWordNet – WordNet på finska via översättning. *LexicoNordica – Nordic Journal of Lexicography*, (17). 2010. Pp. 119–140.
- Liu, J. Y., Chen Y. H., Yeh, Y. C., & Yang, Y. H.* Score and Lyrics-Free Singing Voice Generation // *Proceedings of the 11th International Conference on Computational Creativity (ICCC'20)*, 2020.
- Mehto, K.* Lausunta taiteena ja tapahtumana. Helsingin yliopisto, 2008.
- Miller, G. A.* WordNet: a lexical database for English. *Communications of the ACM*, 38(11). 1995. Pp. 39–41.
- Pirinen, T. A.* Omorfi—Free and open source morphological lexical database for Finnish // *Proceedings of the 20th Nordic Conference of Computational Linguistics, NODALIDA 2015*. Pp. 313–315.
- Quené, H.* On the just noticeable difference for tempo in speech // *Journal of Phonetics*, 35(3). 2007. Pp. 353–362.
- Saino, K., Zen, H., Nankaku, Y., Lee, A., & Tokuda, K.* An HMM-based Singing Voice Synthesis System // *INTERSPEECH*. 2006. Pp. 2274–2277.
- Salosaari, K.* Lähtökohtia lyriikan semiotiikkaan sekä yleiseen strukturaalipoetiikkaan. Tampere: Tampereen yliopisto, 1995. Vol. 29.
- Schmid, H.* Probabilistic Part-of-Speech Tagging Using Decision Trees. *Proceedings of International Conference on New Methods in Language Processing*, 1994.
- Wells, W. H.* An experimental approach to the interpretation of focus in spoken English. *Intonation in discourse*. 1986. Pp. 53–75.
- Zhang, S.* RankLyrics: A ranking-based approach to automatic song lyrics generation // *Mid-Atlantic Student Colloquium on Speech, Language and Learning*, 2017.

Мика Хямялайнен

PhD, исследователь

Финляндия, Хельсинки, Хельсинкский университет

Джек Рютер

PhD, исследователь

Финляндия, Хельсинки, Хельсинкский университет

ПРОСОДИКА ЧТЕНИЯ СТИХОВ И ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ С ПОМОЩЬЮ МАШИННОГО СИНТЕЗА

Artikkeli tutkii runonlausuntaa laadullisen korpusperustaisen analyysin kautta eritellen prosodisia piirteitä sekä niiden toiminnallista merkitystä. Analyysi pohjautuu neljään lausuttuun runoon. Lopuksi eritellään laskennallisen algoritmin toimintaa, joka tuottaa puhesynteesiin prosodisia piirteitä niin, että se mukailee oikeaa runonlausuntaa. Tutkimus luo katsauksen monitieteelliseen aihealueeseen, jota on tutkittu vain vähän.

Keywords: *recitation of poetry, computational creativity, digital humanism, Finnish language.*